Chapter 3

the oscillators

قبل التعرف على دوائر الـ osci المختلفة دعنا نقوم بتعريف ما هو الـ osci

An oscillator :- تعريف

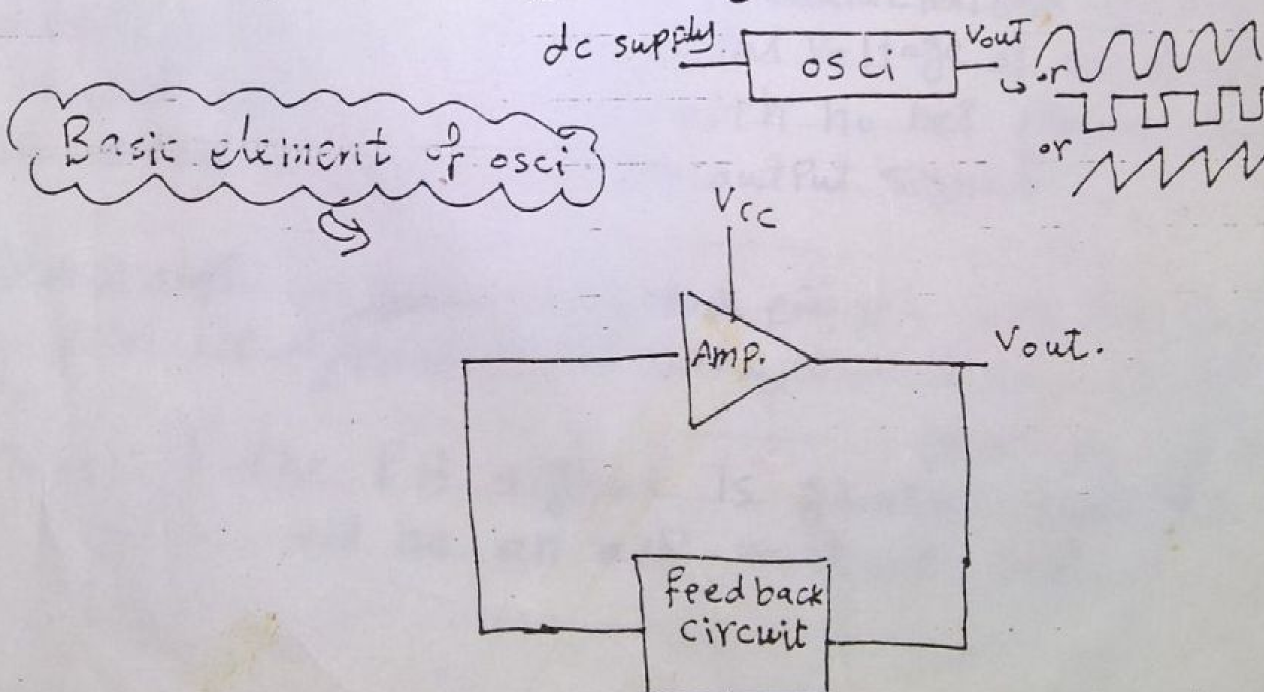
is a circuit that produces a repetitive wave form on it's output only the dc supply voltage as an input ;

- يمكن تعريف الـ osci على انه دائرة التي تستطيع ان تولد اشارة متكررة (لتقييد تقسيمها) تكون الخرج بالرغم من استخدام جهد dc فقط عند الـ i/p

- او يمكن تعريف دائرة الـ osci بشكل آخر

An oscillator :- it is a circuit which convert electerical energy in the form of dc to electerical energy in the form of Ac.

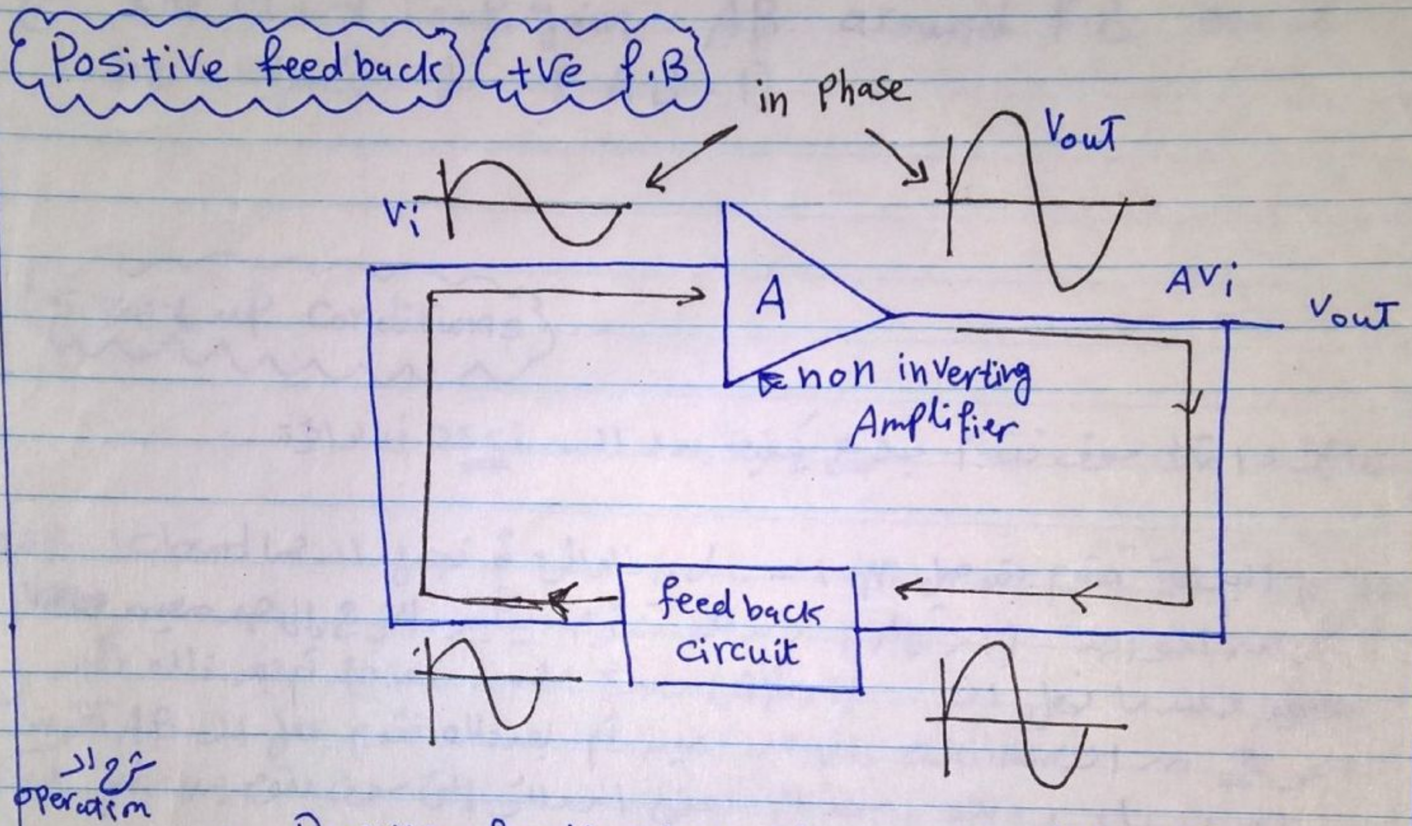
- او يمكن تعريفها على انها دائرة تستطيع ان تحول dc energy الى Ac energy.



{oscillator Principles}

→ oscillator operation is based on the principle of Positive feed back.

{Positive feedback} {+ve F.B}



شرح الـ operation : Positive feedback is characterized by the condition where in a portion of the output voltage of an Amplifier is fed back to the input with no net phase shift result in a reinforcement (تعزيز - تقوية) of the output signal.

- تتميز الـ +ve F.B بأنها تقوم بإرجاع جزء من خرج الـ Ampl. إلى الدخل مرة أخرى وبشرط أن تكون الـ signal التي ترجع للـ i/p أن تكون in Phase مع الدخل

⇒ if the F.B signal is greater than the i/p Then will be an o/P without i/P.

٢٠-٩ ١٠.٢٤//

Condition for oscillation

لا بد من تحقيق الشروط التالية لكي يحدث الـ osci

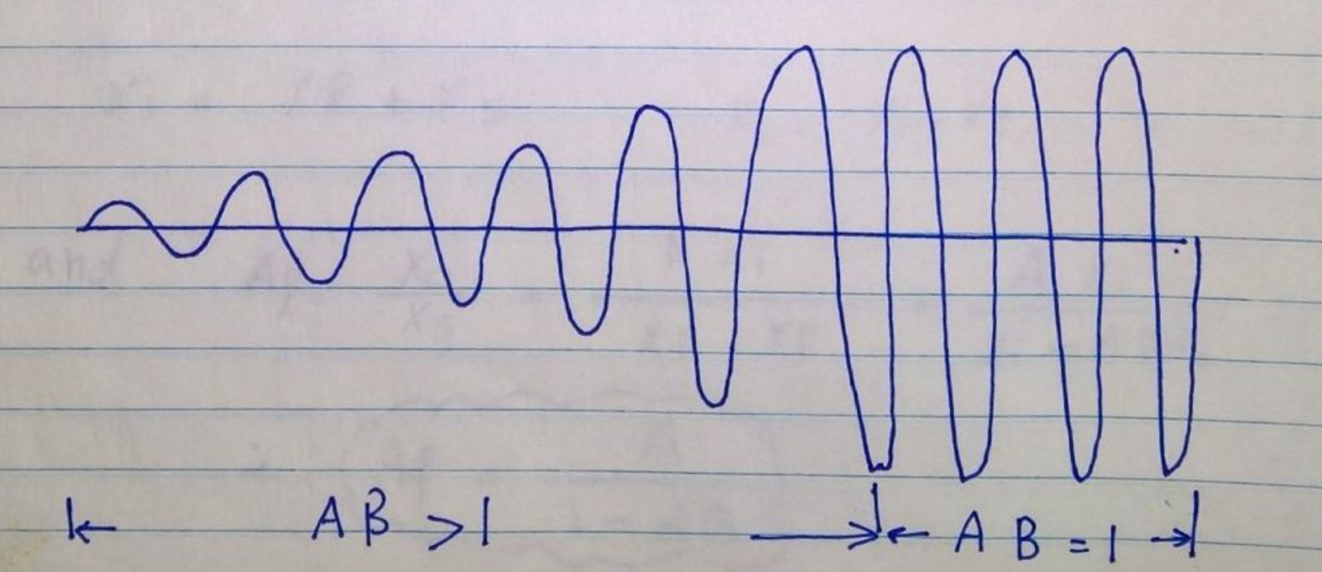
① the Phase shift around the feed back Loop must be 0°

② the closed Loop gain AB around f.B must be equal 1 $(AB = 1)$

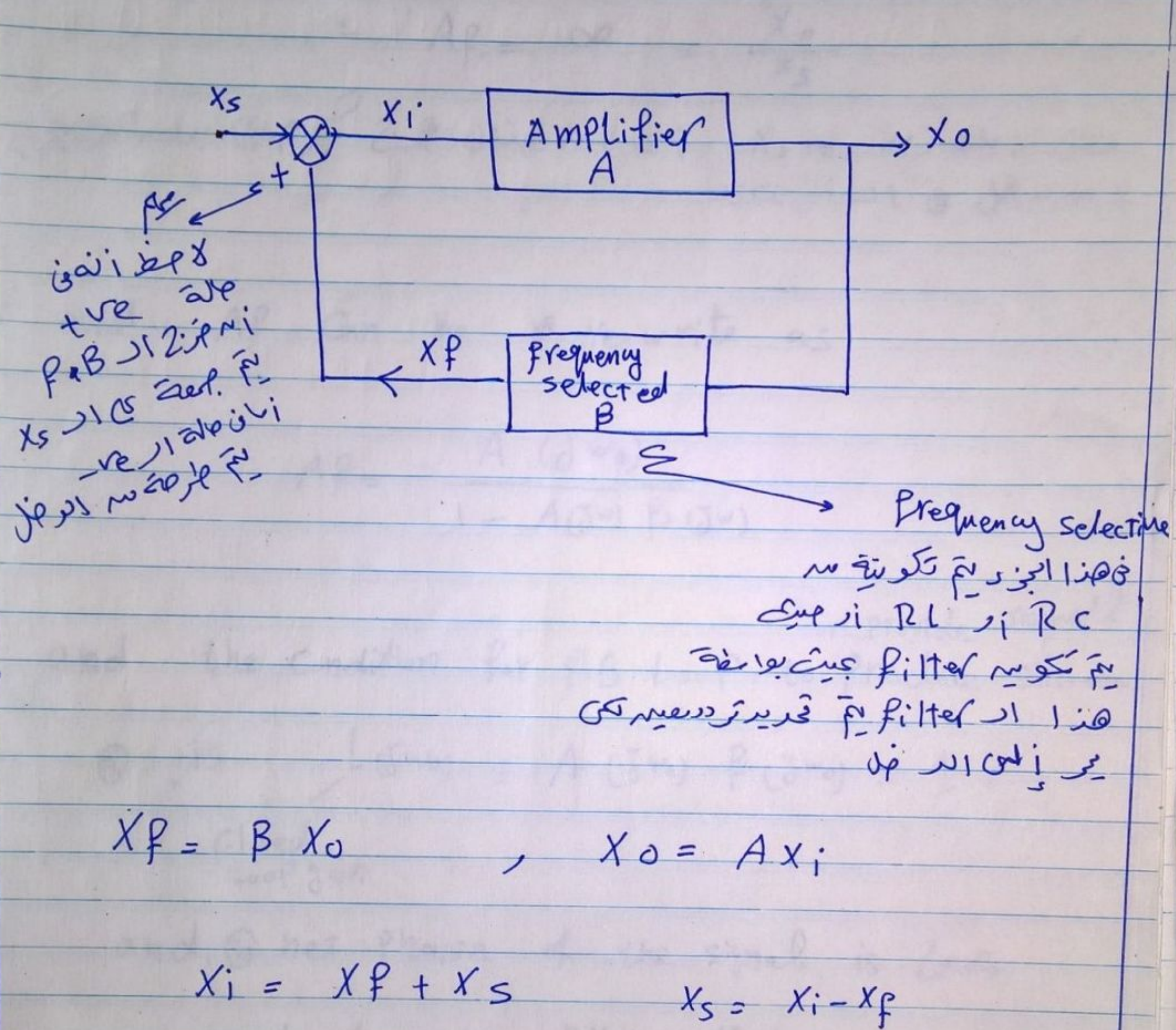
Start up conditions ..

في الجزء التالي سوف نقوم بشرح كيفية بدء الـ osci في الدائرة ..

⇐ في البداية نقوم بتوصيل جهد الـ dc على الدائرة ثم نجعل الـ closed ال AB) أكبر من الواحد $(AB > 1)$ وبذلك نقوم بتكبير الخرج إلى حد معين ~~يصل~~ وعندما نجعل الـ $(AB > 1)$ يبدأ الـ osci) ثم بعد ذلك نكبر الخرج من الـ oscillator إلى حد معين ثم بعد ذلك نقوم بجعل الـ AB تقريباً يساوي (1) وذلك باستخدام بعض الدوائر التي سوف نقوم بدراستها. ويمكن تمثيل ب



Principles of sinesuidal oscillators



$$X_f = \beta X_o \quad , \quad X_o = A X_i$$

$$X_i = X_f + X_s \qquad X_s = X_i - X_f$$

and $$A_f = \frac{X_o}{X_s} = \frac{A X_i}{X_i - X_f} = \frac{A X_i}{X_i - A\beta X_i}$$

$$\therefore \; A_f = \frac{A}{1 - A\beta}$$

if at specific freq. f_o $\quad A\beta = 1$

$$\therefore \quad A_f = \infty = \frac{X_o}{X_s}$$

معنى ذلك انه $X_s = 0$ اي انه هناك خرج "بيرجع" بدون توصيل
اي دخل لل osci

and A_f can be re-write as

$$A_f = \frac{A(j\omega_o)}{1 - A(j\omega)\,\beta(j\omega)}$$

and the condition for f.B loop to produce sin. osc (or provide sinusoidal)

(a) is $L(j\omega_o) = A(j\omega_o)\,\beta(j\omega_o) = 1$ — closed loop gain

and (b) net phase of the signal is zero

and two condition called

[Barkhausen criterion]

Non linear Amplitude control

كما ذكرنا من قبل أن الشرط الأساسي لكي نبدأ عمل ال osci هو أنه يكون ال closed loop ($AB = 1$) وهذا غير ممكن على فترة طويلة من الزمن ولكي نتغلب على هذه المشكلة نتبع التالي أن نستخدم دوائر limiter لكي تتحكم في كمية ال gain أو تتحكم في كمية أو مقدار الخرج الذي يخرج من دائرة ال osci . ولابد أنه يتم معرفة التالي

a) $AB = 1$ Can't be maintained for any length of time

b) if $AB > 1$ osci grow in amplitude

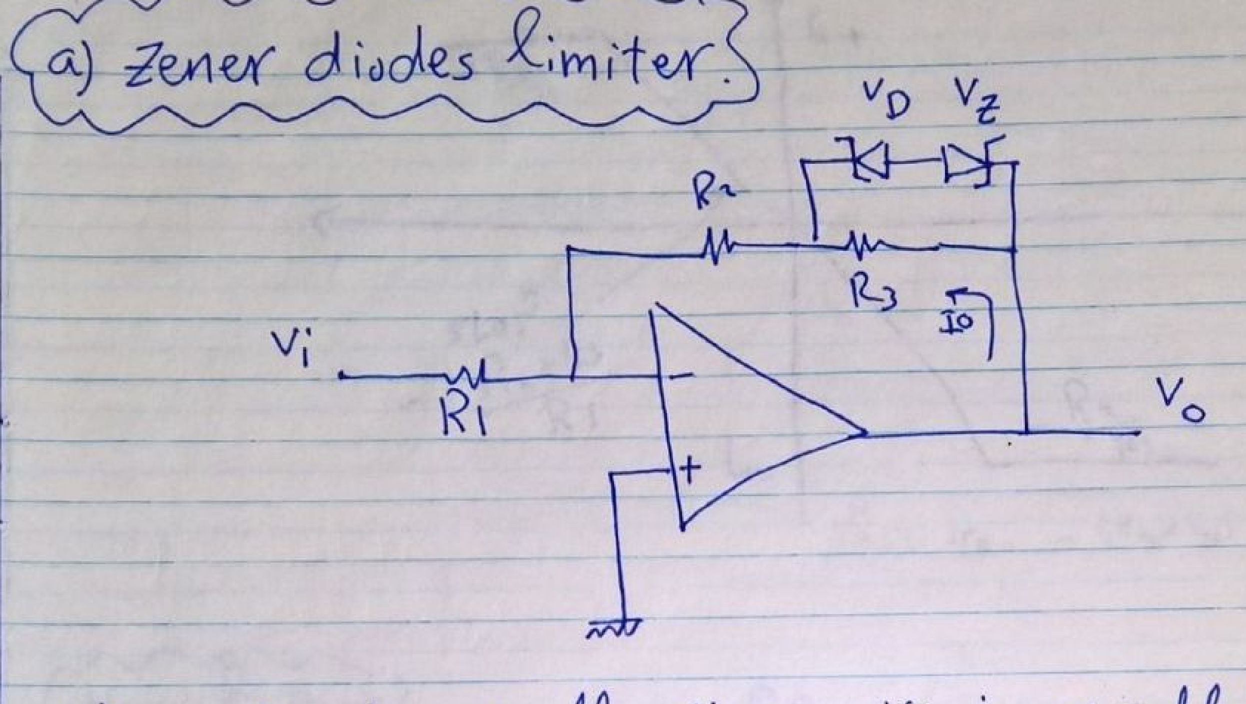
c) if $AB < 1$ osci stops

ملحوظة هامة
لكي نبدأ ال
osci

⇒ First AB should be greater than unity to osci To be start and Then when the amplitude reaches the desired level The gain control circuit causes the Loop gain to be reduced to unity

ومن هذه الدوائر التي تتحكم في ال gain هي

a) zener diodes limiter



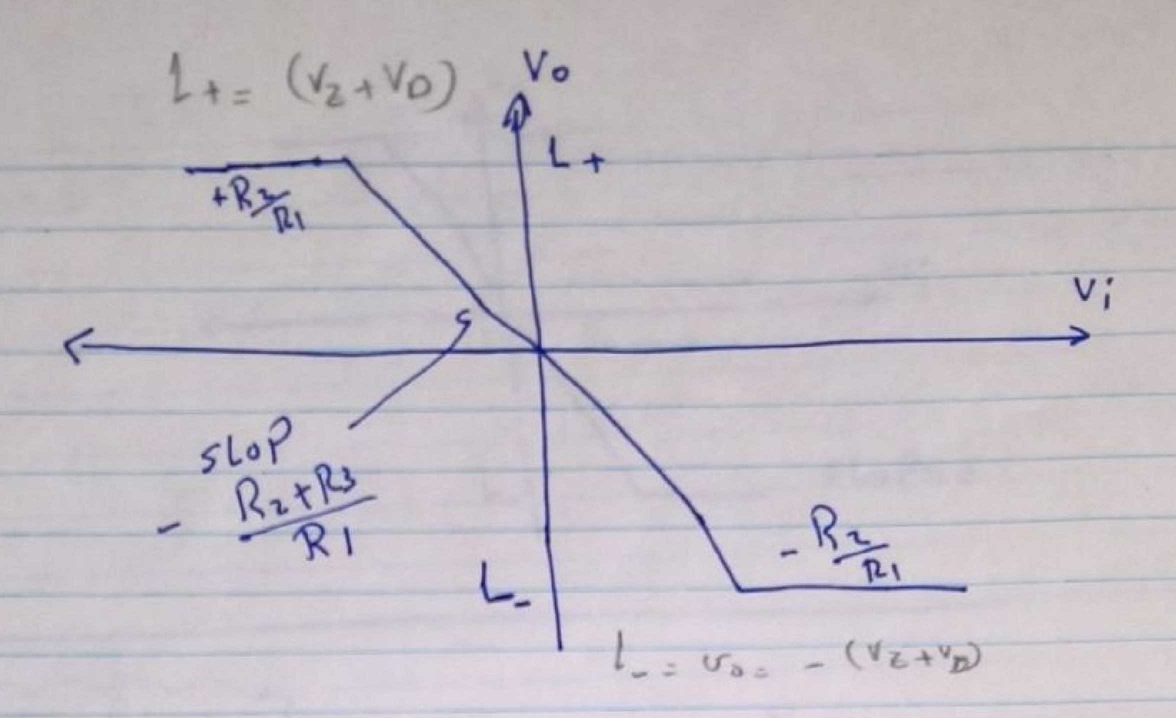
when V_i is small then V_o is small. and then zener diode is not conduct acts as o.c.

$$\therefore V_o = -\frac{R_2 + R_3}{R_1} V_i \quad \text{[linear part]}$$

⇒ when V_i is increased we see from the above equation that V_o will be decreased and when $V_o < -(V_Z + V_D)$ ∴ zener diode will be conduct and act as short circuit on R_3

$$\text{and then } V_o = -\frac{R_2}{R_1} V_i$$

ـ بعد ذلك نرسم ال ch/s الخاصة بهذا النوع على الشكل التالي



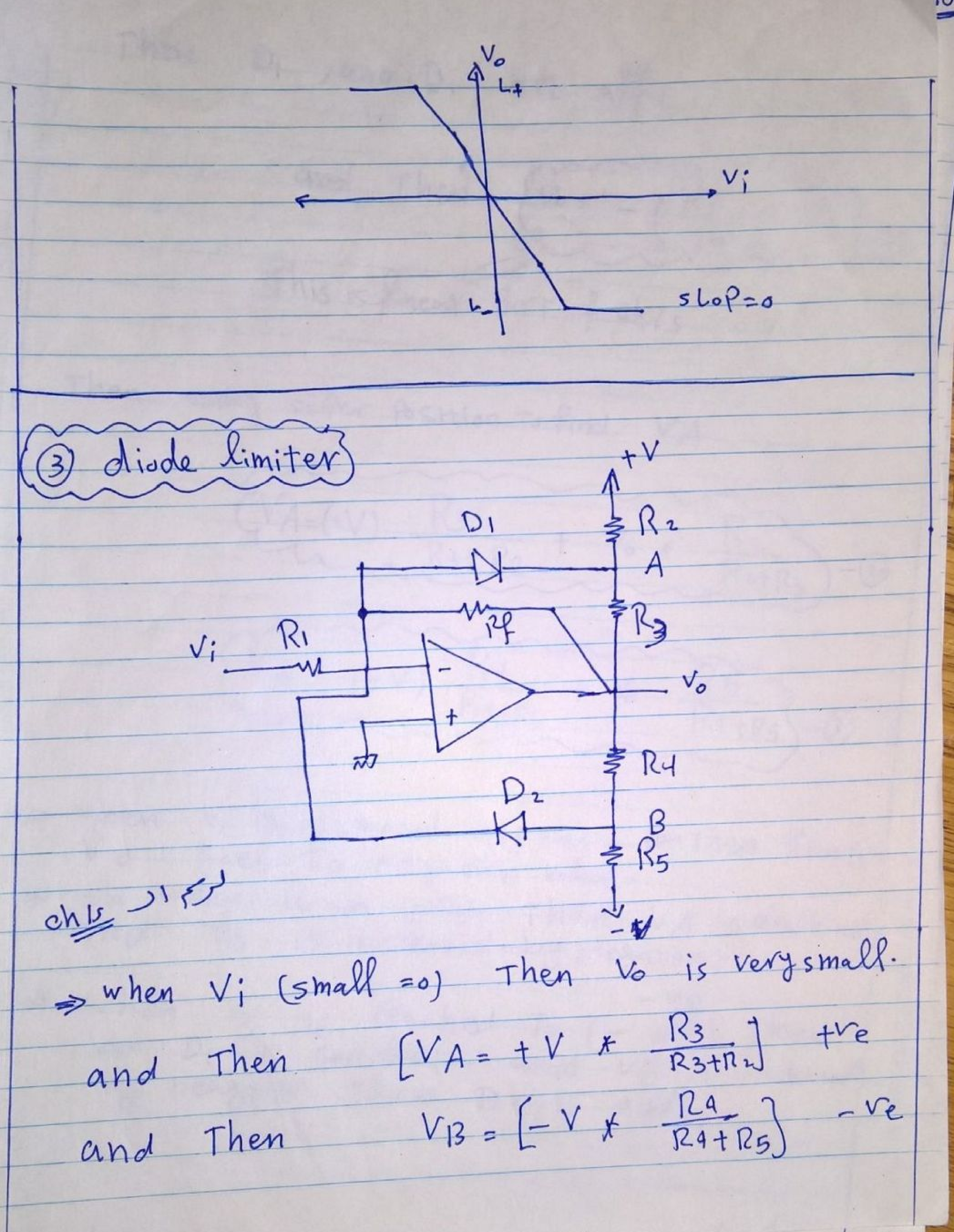
Hard limiter

when zener is not conduct

$$\therefore V_o = -\frac{R_f}{R_1} V_i \quad \text{linear part}$$

when zener is conduct

$$\therefore V_o = -\left[V_Z + V_D \right] = L_-$$


9
10
Vo
L+
Vi
L-
slop=0
③ diode limiter
+V
R2
D1
A
Rf
R3
Vi
R1
-
+
Vo
R4
D2
B
R5
-V
ch ls الرسم ال
⇒ when Vi (small =0) Then Vo is very small.
and Then [VA = +V * R3/(R3+R2)] +ve
and Then VB = [-V * R4/(R4+R5)] -ve

Then D_1, and D_2 are off.

and Then $V_o = -\left(\frac{R_f}{R_1}\right) V_i$ — (1)

This is linear part of ch/s

Then using super position To find V_A

$$V_A = (+V)\frac{R_3}{R_3 + R_2} + V_o * \frac{R_2}{R_2 + R_3} \quad -(2)$$

$$V_B = (-V)\frac{R_4}{R_4 + R_5} + V_o \frac{R_5}{R_4 + R_5} \quad -(3)$$

⇒ when V_i is increased in (+ve), then from (1) V_o goes To negative value.

⇒ so when V_o ⇒ (−ve) Then V_A is decreased and V_B is increased by (negative)

⇒ when V_A is reached To $\left(-\frac{V_D}{0.7}\right)$ Then D_1 is conduct; and V_B is increased by negative Then D_2 is off.

$V_A = -V_D$

ولايجاد قيمة v_o التى يكون عندها $(V_A = -V_D)$ بالتعويض فى (2) ب

$$-V_D = (+V)\frac{R_3}{R_2+R_3} + V_o * \frac{R_2}{R_2+R_3}$$

$$\therefore V_o = L_- = (-V)\left(\frac{R_3}{R_2}\right) - V_D\left(1+\frac{R_3}{R_2}\right)$$

وعندما تقل v_i وتكمن حتى تصل الى السالب فإن v_o تزيد وبالتالى V_B تزيد وتكون باشارة موجبة حتى تصل الى قيمة $(+V_D)$ وعند هذه النقطة يكون D_2 فى حالة الـ forward والـ D_1 فى حالة الـ Reverse ويكون

$$L_+ = V\frac{R_4}{R_5} + V_D\left[1+\frac{R_4}{R_5}\right]$$

for $V_1 > v_1^+$ أو عندما تزيد قيمة v_i

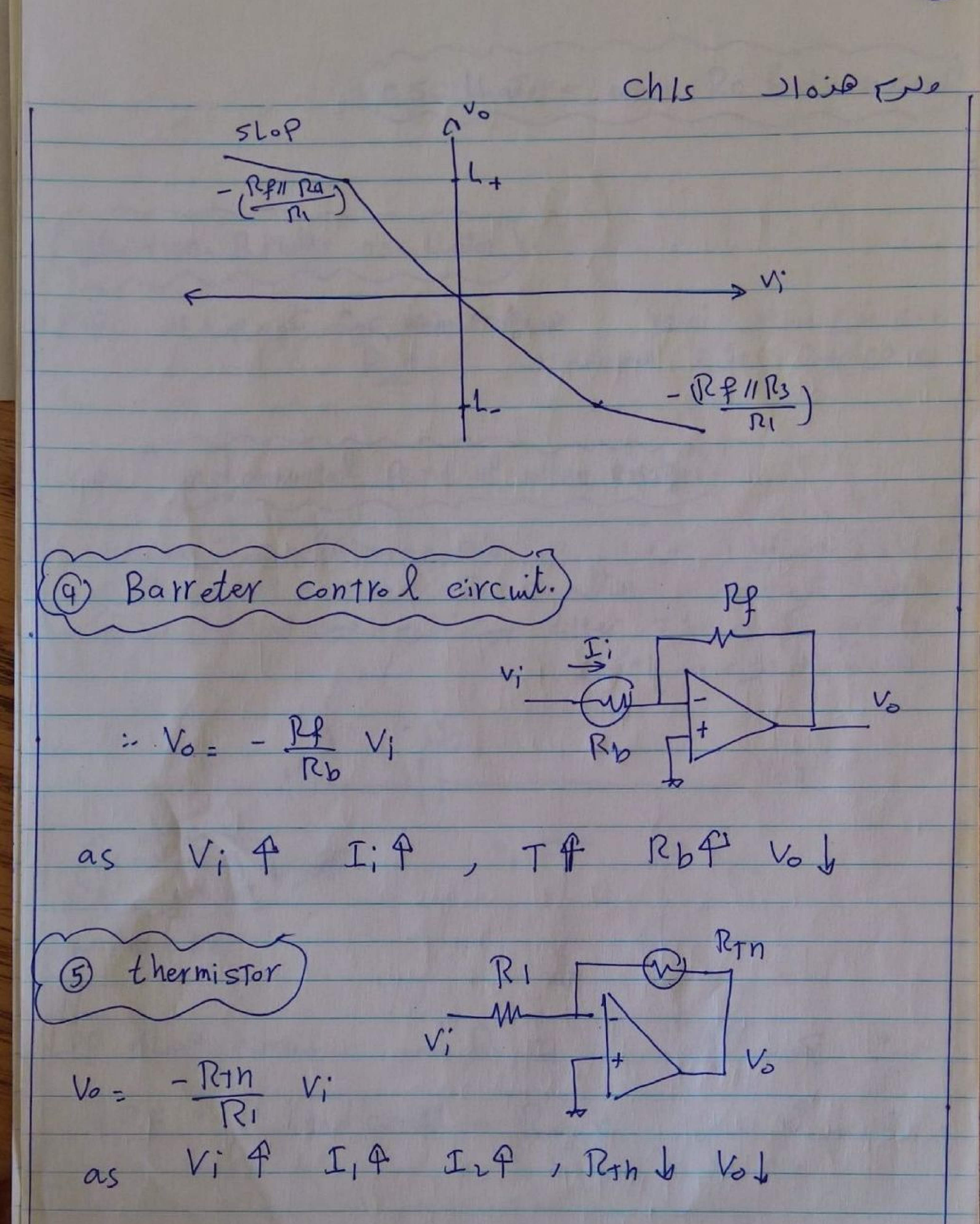
يكون D_1 f والـ D_2 R وبالتالى

In cremental gain is $-\dfrac{R_f /\!/ R_3}{R_1}$

or $V_o = -\dfrac{R_f /\!/ R_3}{R_1} V_i$

and when D_2 is forward and D_1 is Reverse

$$\therefore V_o = -\frac{R_f /\!/ R_4}{R_1}$$


Ch15
slop
$-\left(\frac{R_f // R_4}{R_1}\right)$
V_o
L_+
V_i
L_-
$-\left(\frac{R_f // R_3}{R_1}\right)$
(4) Barreter control circuit.
R_f
I_i
V_i
V_o
R_b
$\therefore V_o = -\frac{R_f}{R_b} V_i$
as $V_i \uparrow$ $I_i \uparrow$, $T \uparrow$ $R_b \uparrow$ $V_o \downarrow$
(5) thermistor
R_{Th}
R_1
V_i
V_o
$V_o = -\frac{R_{Th}}{R_1} V_i$
as $V_i \uparrow$ $I_1 \uparrow$ $I_2 \uparrow$, $R_{Th} \downarrow$ $V_o \downarrow$

oscillators with Rc feedback circuit

(a) the Wien- Bridge oscillator.

أول نوع من ال osci هو wein Bridge حيث يكون جزء ال f.B
اعا لم بهذ دائرة من ال R_C .

⇒ Fundamental Part of wien Bridge.

كما ذكرنا من قبل أن جزء ال f.B هو frequency selected حيث تقوم هذه الدائرة
باختيار تردد معين من ال signal وتقوم بإزاحة ع الصفر مرة أخرى
او يتم تكوين دائرة filter حيث تقوم باختيار هذا التردد. وتكون
هذه الدائرة من التالي

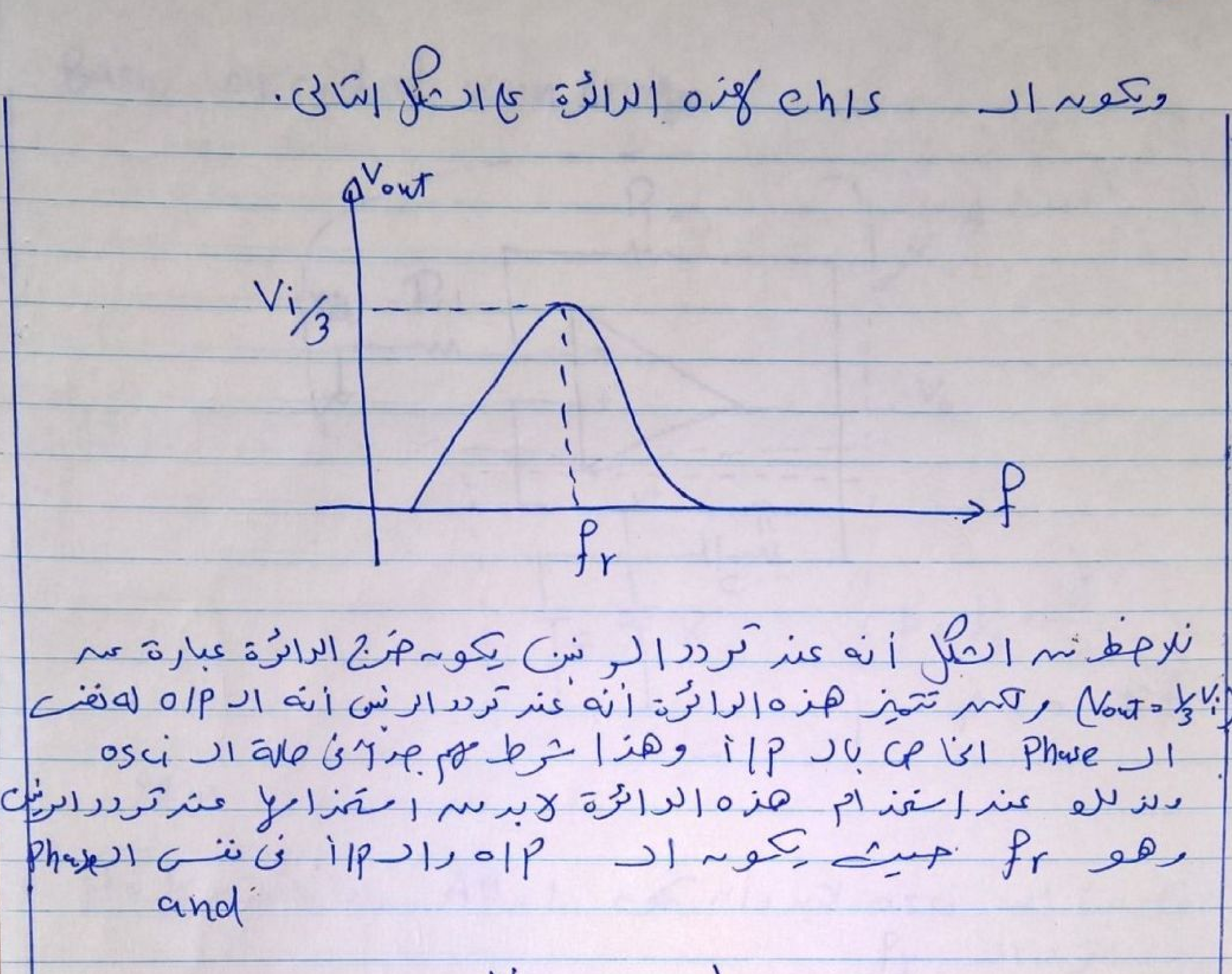
Low Pass filter

⇓

حيث يكون كل من R_1, C_1 ⟸ LPF أو Lag circuit

ويكون كل من R_2, C_2 ⟸ Lead circuit أو HPF

ويكون ال chls لهذه الدائرة ع الشكل التالى.



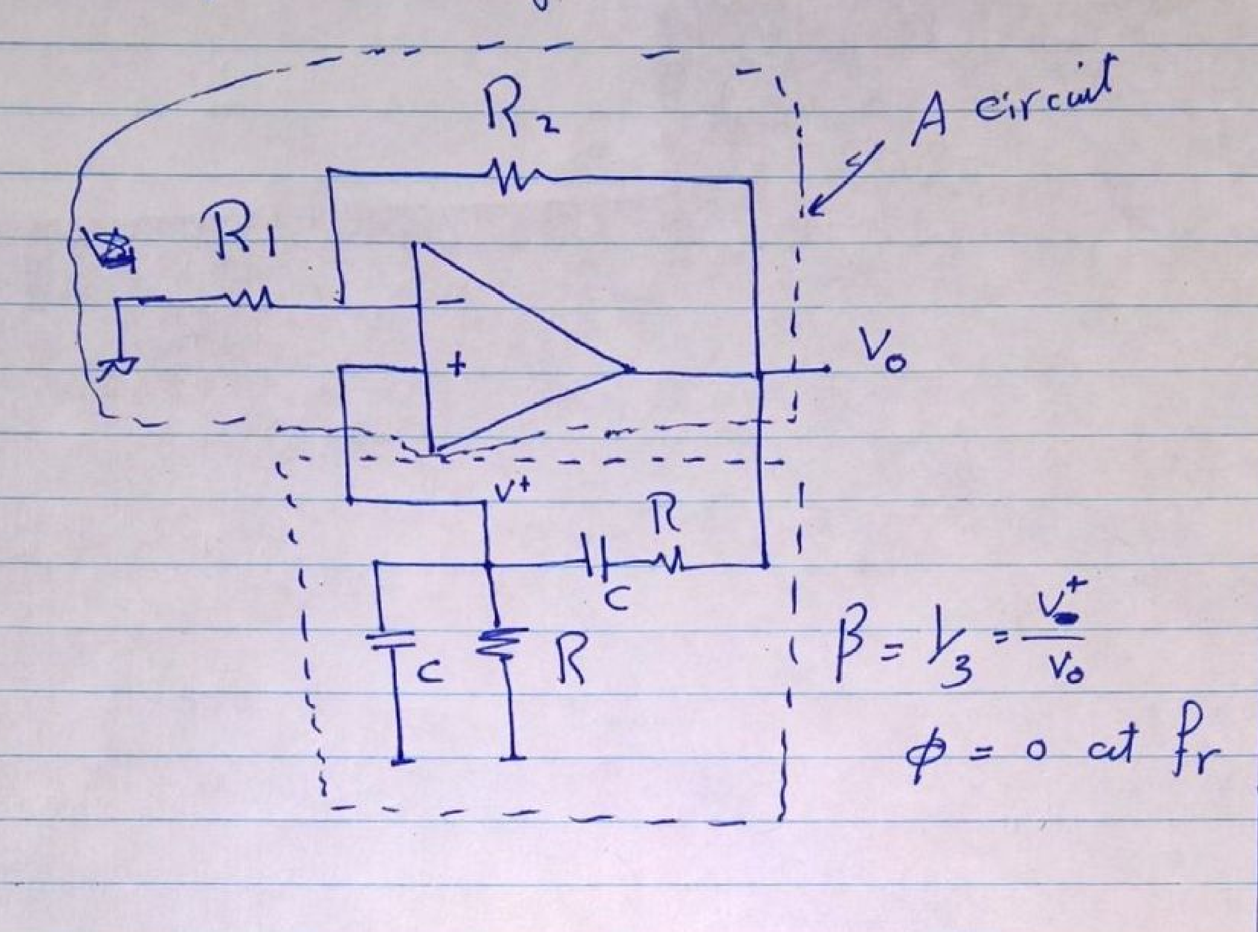
نلاحظ من الشكل أنه عند تردد الرنين يكون خرج الدائرة عبارة عن ($V_{out} = V_i/3$) ولكن تتميز هذه الدائرة أنه عند تردد الرنين أنه ال o/p له نفس ال Phase الخاص بال i/p وهذا شرط مهم جداً فى حالة ال osci ولذلك عند استخدام هذه الدائرة لابد من استخدامها عند تردد الرنين وهو fr حيث يكون ال o/p وال i/p فى نفس ال Phase
and

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{3}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi RC}$$

$\because$ $R_1 = R_2$, $C_1 = C_2$;

Basic circuit of wein Bridge.



شرط

$\beta = 1/3$ وإذا كانت $A\beta = 1$ لكي تبدأ الـ osci لابد وأن يكون عند التردد الـ $\underline{f_r}$

$\therefore$ for osci $\therefore A = 3$

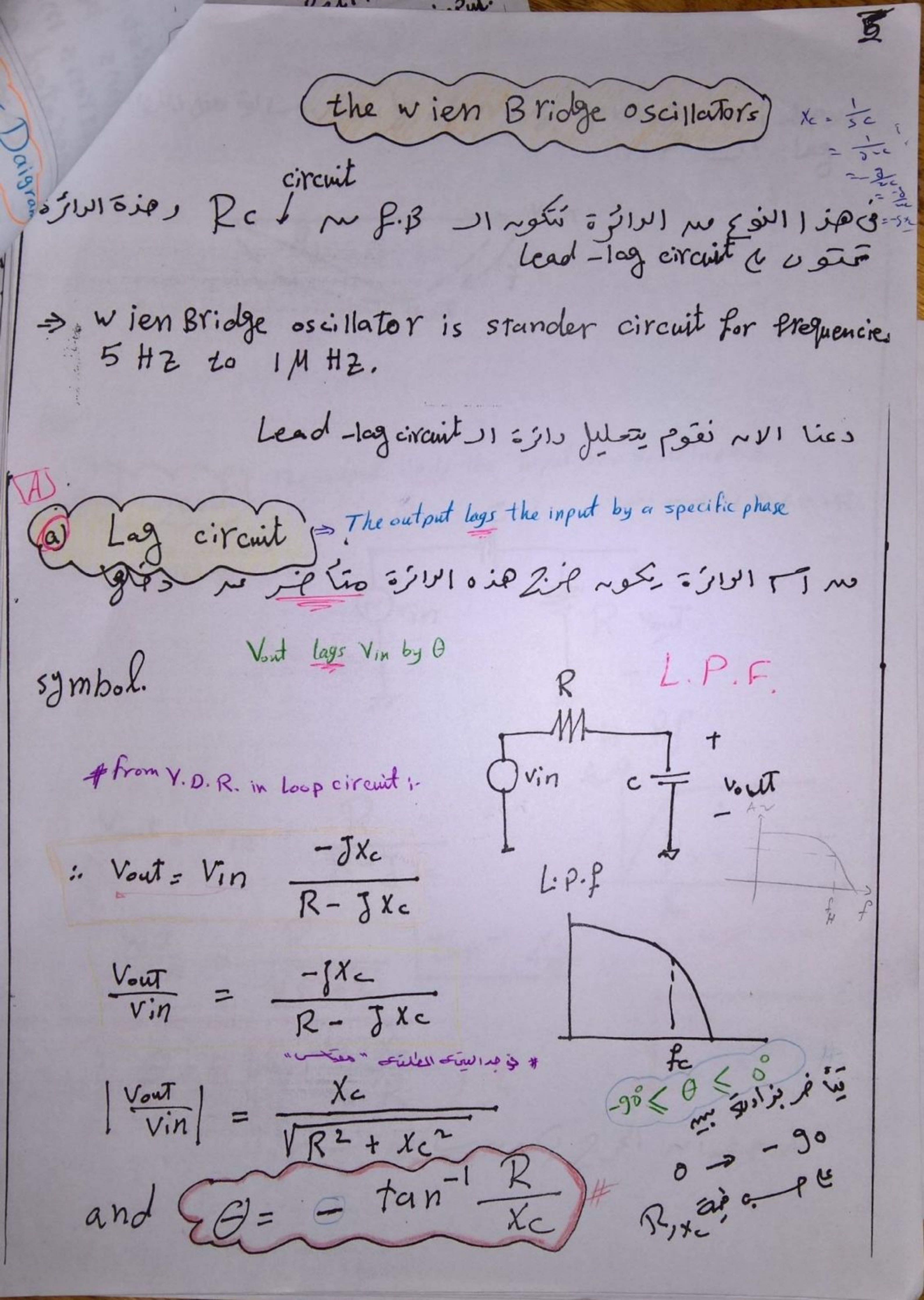
for A cir-cuit (non inverting Amp.

$$\therefore A = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$\therefore 3 = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$\therefore \boxed{R_2 = 2 R_1}$$

شرط لكي تبدأ الـ osci



the wien Bridge oscillators

$X_c = \frac{1}{sC} = \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{\omega C} = -jX_c$

في هذا النوع من الدائرة تتكون الـ $f.\beta$ من RC ↓ circuit وهذه الدائرة تحتوي على Lead-lag circuit

⇒ wien Bridge oscillator is stander circuit for frequencies 5 HZ to 1 M HZ.

دعنا الان نقوم بتحليل دائرة الـ Lead-lag circuit

[A]. (a) Lag circuit

⇒ The output lags the input by a specific phase

من اسم الدائرة يتكون ان خرج هذه الدائرة متأخر عن دخلها

Vout lags Vin by θ

symbol.

L.P.F.

from V.D.R. in Loop circuit :-

$$\therefore V_{out} = V_{in} \frac{-jX_c}{R - jX_c}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-jX_c}{R - jX_c}$$

في جداليه العلاقه "معكس"

$$\left|\frac{V_{out}}{V_{in}}\right| = \frac{X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

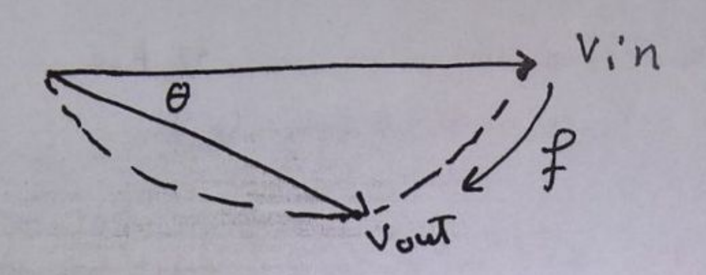
and $$\theta = -\tan^{-1}\frac{R}{X_c}$$ #

يتأخر بزاوية بين $-90^\circ \leq \theta \leq 0^\circ$

$0 \rightarrow -90$

ع حسب قيمة R, X_c

نلاحظ ان θ الخاصة بهذه الدائرة بالإشارة سالبة يعني ذلك lag ال i/P



(B) **Lead circuit**

The output leads the input by a specific phase

يكون خرج الدائرة يسبق دخلها

Vout lead Vin by θ

C
+
Vin
R Vout
−

H.P.F

A_v

f_c

f

$$V_{out} = V_{in} \frac{R}{R - jX_c}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} \angle \tan^{-1} \frac{X_c}{R}$$

$$\therefore \theta = + \tan^{-1} \frac{X_c}{R} \quad \#$$

« Phasor Daigram »

I L
V_R Lo
φ
يسبق
يتأخر
$V_{out} = V_c$
V_{in}
(+θ)

نلاحظ ان الخرج يكون سابقة ال i/P

Lead - lag circuit :-

lead circuit :- Consists of (C_2 , R_2)

lag circuit :- Consists of (R_1 , C_1)

In low frequency → $X_{C_1} , X_{C_2} \Rightarrow \infty$ → o.c. ⟹ $V_{out} = 0$

In high frequency → $X_{C_1} , X_{C_2} \Rightarrow 0$ → s.c. ⟶ $V_{out} = 0$

V_o/V_i

L.P.F.

f_L

f

V_o/V_i

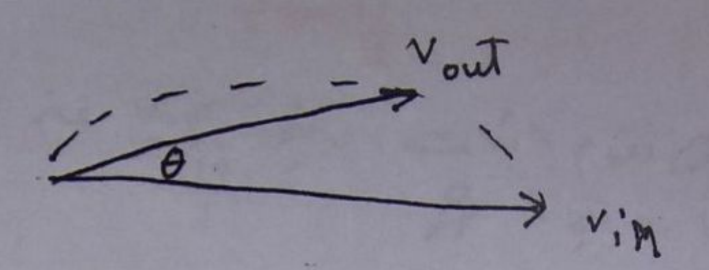
H.P.F

f_H

f

$|V_o/V_i|$

f_H f_r f_L f



C

Lead - Lag circuit

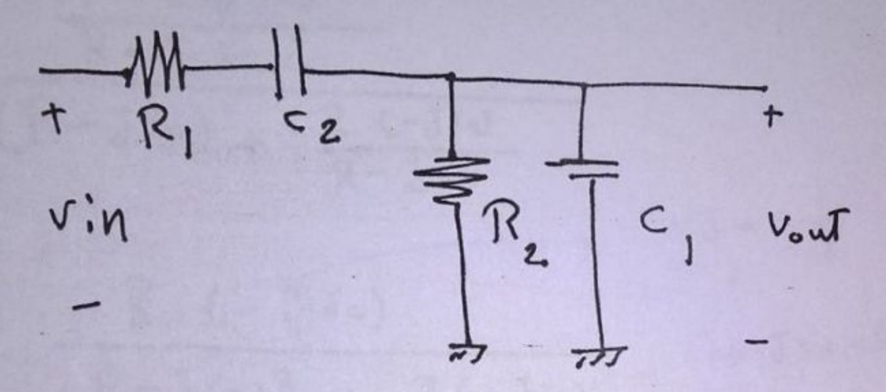
The output stays in phase with input.

Condition:- ① $R_1 = R_2 = R$ ② $C_1 = C_2 = C$

لكي تكون زاوية (lead) = سالب زاوية الـ lag.

← وتكون كلا منها يلغي الآخر فيظل الـ signals) ← (inphase).

symbol:-



في هذا الجزء تم تجميع دائرة الـ lead ودائرة الـ Lag مع بعض جميعاً يكون الـ Response

β , V_o/V_{in} gain

max. → $1/3$

$\beta_{max} = \frac{1}{3}$

Diagram shows the gain in wein bridge at $f = f_r$

f

f_r ← resonance frequency

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\frac{X_C}{R} - \frac{R}{X_C}}{3}\right)$$

ϕ

90 ; -90 ; f ; f_r

① $f \to 0 \Rightarrow$ low frequency

$\phi = 90^\circ$

② $f \to \infty \Rightarrow$ high frequency

$\phi = -90^\circ$

③ $f \to f_r$, $\frac{X_C}{R} - \frac{R}{X_C} = 0$

$\phi = 0^\circ$

اثبات ان $\beta_{max} = \frac{1}{3}$

* هام امتحانه

وفى الجزء القادم سوف نقوم باثبات ان نتيجة $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ عند تردد الرنين = 3
سوف نقوم بحساب نتيجة f_r .

* from V.D.R :-

where $C_1 = C_2 = C$

$$V_{out} = V_{in} \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

where (توازى) $Z_2 = R // (-JX_c)$

(توالى) $Z_1 = R - JX_c$

$$Z_2 = \frac{R * -JX_c}{R - JX_c}$$

$$\beta = \therefore \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\frac{R(-JX_c)}{R - JX_c}}{(R - JX_c) + \frac{R(-JX_c)}{R - JX_c}}$$

↑ f.B

$$-J = \frac{1}{J}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R(-JX_c)}{(R - JX_c)^2 + R(-JX_c)}$$

تنزل تحت (J)

$(R^2 - 2JX_cR + (-1)X_c^2)$

نضرب بسط ومقام فى (J)

بالضرب فى $\frac{J}{J}$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{RX_c}{J(R^2 - 2JX_cR - X_c^2) + RX_c}$$

$-J*J$
$- * -1 = 1$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{RX_c}{JR^2 + 2X_cR - JX_c^2 + RX_c}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{RX_c}{3X_cR + J(R^2 - X_c^2)} \rightarrow 0$$

$R^2 - X_c^2 = 0$ عند الرنين resonance

$$\beta = \frac{V_{out}}{V_{in}}\Big|_{f_r} = \frac{RX_c}{3X_cR} = \boxed{\frac{1}{3}}$$

↓ f.B

يكون الجزء ال (imaginary) مساوى ال (zero)

$$\beta = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R X_c}{3 R X_c + J(R^2 - X_c^2)}$$

نأخذ (RX) مشترك من المقام ⇐

أو بطريقة أخرى.

$$\beta = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{3 + J\left(\frac{R}{X_c} - \frac{X_c}{R}\right)}$$ ⇒ نوجد المقياس

$$\therefore \left|\frac{V_{out}}{V_{in}}\right| = \frac{1}{\sqrt{9 + \left(\frac{R}{X_c} - \frac{X_c}{R}\right)^2}}$$

resonance at img = 0

$\frac{R}{X_c} - \frac{X_c}{R} = 0$

$\frac{R}{X_c} = \frac{X_c}{R} \Rightarrow R^2 = X_c^2$

at $\therefore R = X_c$

at resonance $R = X_c$

$$\therefore \left|\frac{V_{out}}{V_{in}}\right| = \frac{1}{\sqrt{9}} = \boxed{\frac{1}{3}}$$ #

$\theta = \frac{\angle 0^\circ}{\tan^{-1}\left(\frac{img}{Real}\right)}$ ⇐ زاوية البسط / زاوية المقام

$\theta = \frac{\angle 0^\circ}{\tan^{-1}\left(\frac{\frac{R}{X_c} - \frac{X_c}{R}}{3}\right)}$

and $$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{X_c}{3R} - \frac{R}{3X_c}\right]$$ #

$\therefore \theta = 0 - \tan^{-1}\left(\frac{R}{3X_c} - \frac{X_c}{3R}\right)$

ادخل الإشارة السالب

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_c}{3R} - \frac{R}{3X_c}\right)$

and, at f_r

$R^2 - X_c^2 = 0$

$R = X_c$ where $X_c = \frac{1}{2\pi f_r C}$

$$R = \frac{1}{2\pi f_r C}$$

$$\therefore f_r = \frac{1}{2\pi R C}$$ # resonance frequency